

# Das Sonnensystem

## Teil 7

Peter Hauschildt

yeti@hs.uni-hamburg.de

Hamburger Sternwarte  
Gojenbergsweg 112  
21029 Hamburg

24. Januar 2019

# Übersicht Teil 7

- ▶ Mars
  - ▶ Orbit & Rotation
  - ▶ Oberfläche
  - ▶ Atmosphäre

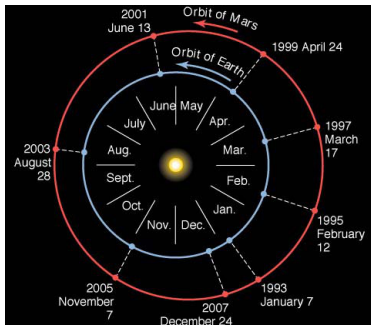
Table 12-1 Mars Data

Average distance from Sun:	1.524 AU = $2.279 \times 10^8$ km
Maximum distance from Sun:	1.666 AU = $2.492 \times 10^8$ km
Minimum distance from Sun:	1.381 AU = $2.067 \times 10^8$ km
Eccentricity of orbit:	0.093
Average orbital speed:	24.1 km/s
Orbital period:	686.98 days = 1.88 years
Rotation period:	24 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 22 <sup>s</sup>
Inclination of equator to orbit:	25.19°
Inclination of orbit to ecliptic:	1.85°
Diameter (equatorial):	6794 km
Diameter (Earth = 1):	0.533
Mass:	$6.419 \times 10^{23}$ kg
Mass (Earth = 1):	0.107
Average density:	3940 kg/m <sup>3</sup>
Surface gravity (Earth = 1):	0.38
Escape speed:	5.0 km/s
Surface temperatures:	Maximum: 20°C = 70°F = 293 K Minimum: -140°C = -220°F = 133 K

# Mars

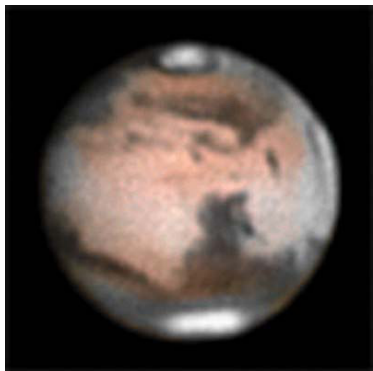


# Orbit



- ▶ kleinste Entfernung
- ▶ → Opposition
- ▶ Exzentrizität →
- ▶ min. Entfernung variable
- ▶ beste Beobachtungen:

# Beobachtungen



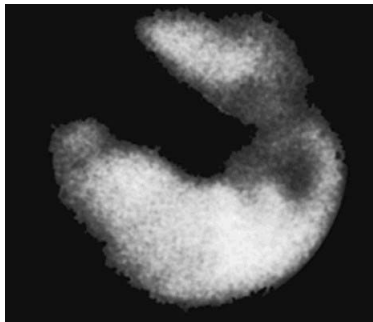
- ▶ 41 cm Amateur Teleskop
- ▶ (HS's Grosser Refraktor: 60 cm)
- ▶ 100M km Entfernung (Opposition)

# Beobachtungen HST



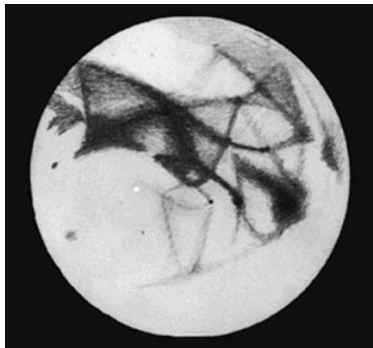
- ▶ HST
- ▶ selber Monat wie oben
- ▶ selbe Hemisphäre

# Marskanäle



- ▶ Photo von 1926
- ▶ vgl. Qualität!
- ▶ visuelle Beobachtungen →
- ▶ Huygens (1659) →
- ▶ dunkler 'Kontinent'
- ▶ → Rotation in ca. 24 h

# Marskanäle

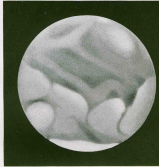


- ▶ Cassini (1666) → Polkappen
- ▶ Schiaparelli (1877) →
- ▶ 'Canali' → 'Kanal'
- ▶ Implikation → intelligentes Leben

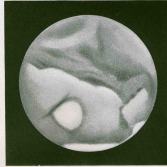
# Hamburger Marsbeobachtungen

Aus den Astronomischen Abhandlungen der Hamburger Sternwarte in Bergedorf, Bd. II, Nr. 4

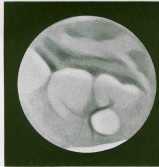
Tafel I



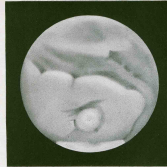
1911 November 13



1911 November 21



1911 November 23

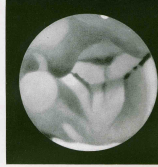


1911 November 25

Der Planet Mars während der Opposition 1911  
Nach Zeichnungen von K. Graff am 18 cm-Leitrohr des Gr. Refraktors

Aus den Astronomischen Abhandlungen der Hamburger Sternwarte in Bergedorf, Bd. II, Nr. 4

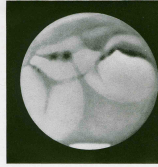
Tafel II



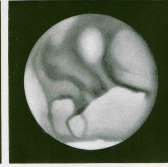
1911 Dezember 1



1911 Dezember 2



1911 Dezember 2

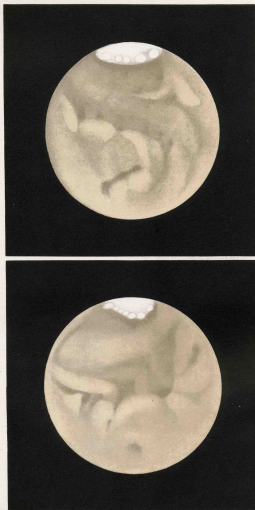


1911 Dezember 16

Der Planet Mars während der Opposition 1911  
Nach Zeichnungen von K. Graff am 18 cm-Leitrohr des Gr. Refraktors

# Hamburger Marsbeobachtungen

Aus den Astronomischen Abhandlungen der Hamburger Sternwarte in Bergedorf, Bd. II, Nr. 7



## *Planet Mars*

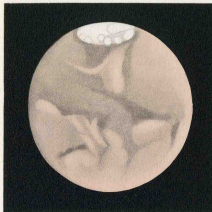
1924 Aug. 1 ( $\ell = 210^\circ$ ) und Aug. 22 ( $\ell = 10^\circ$ )

gezeichnet am 60 cm-Reflektor der Hamburger Sternwarte in Bergedorf  
von K. Gräff

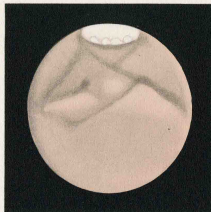
# Hamburger Marsbeobachtungen

Aus den Astronomischen Abhandlungen der Hamburger Sternwarte in Bergedorf, Bd. II Nr. 7

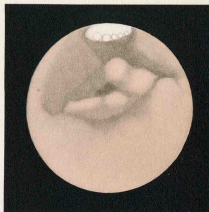
Tafel 3



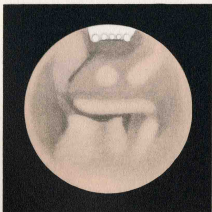
Aug. 1 14<sup>h</sup> 0 l' = 235°



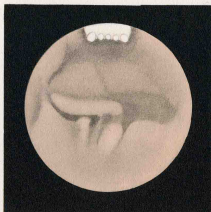
Aug. 9 10<sup>h</sup> 0 l' = 110°



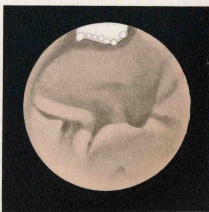
Aug. 13 10<sup>h</sup> 8 l' = 85°



Aug. 22 9<sup>h</sup> 4 l' = 345°



Aug. 22 10<sup>h</sup> 8 l' = 5°



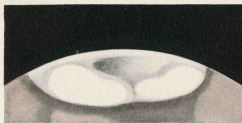
Aug. 22 12<sup>h</sup> 3 l' = 30°

*Zeichnungen des Mars während der Perihelopposition 1924*

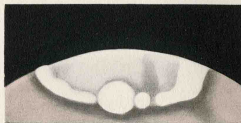
# Hamburger Marsbeobachtungen

Aus den Astronomischen Abhandlungen der Hamburger Sternwarte in Bergedorf, Bd. II Nr. 7

Tafel 11



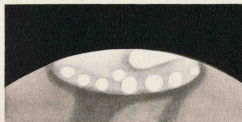
Juli 1 13<sup>h</sup> 9 l' = 150°



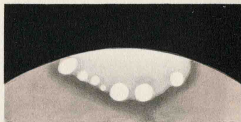
Juli 15 14<sup>h</sup> 5 l' = 30°



Juli 20 13<sup>h</sup> 5 l' = 330°



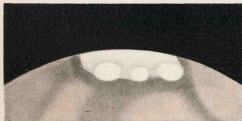
Aug. 1 13<sup>h</sup> 6 l' = 230°



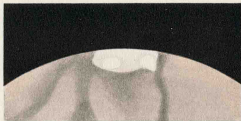
Aug. 22 12<sup>h</sup> 8 l' = 35°



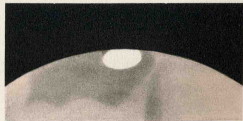
Aug. 25 12<sup>h</sup> 7 l' = 5°



Aug. 28 7<sup>h</sup> 7 l' = 265°



Sept. 2 12<sup>h</sup> 1 l' = 285°



Sept. 5 10<sup>h</sup> 1 l' = 230°

*Abnahme der südlichen Polkappe des Planeten Mars*

*zwischen 1924 Juli 1 und Sept. 5*

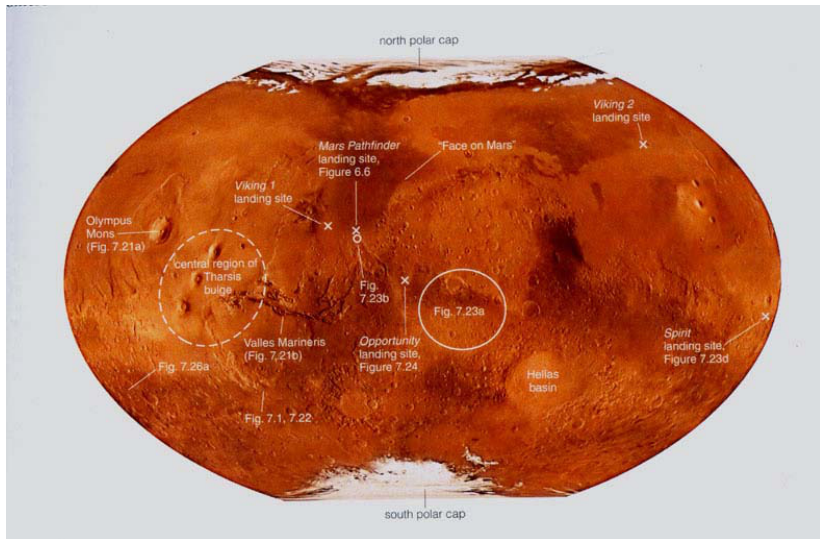
# Mars

- ▶ Jahreszeitliche Änderungen der Oberfläche
- ▶ Polkappen verändern sich
- ▶ dunkle/grüne Regionen
- ▶ → Vegetation
- ▶ Leben auf Mars war akzeptiert!

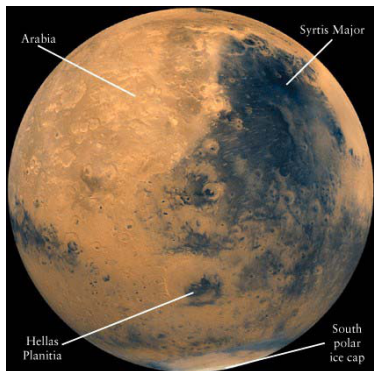
# Mars

- ▶ Kanäle und 'Vegetation'
- ▶ → optische Täuschungen
- ▶ grüne Gegenden →
- ▶ Artefakt des Farbsehens

# Überblick

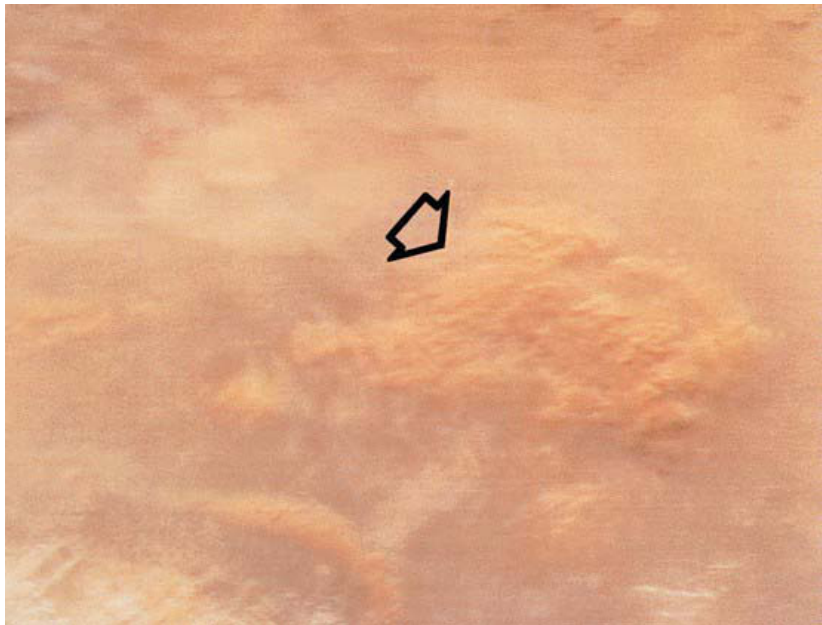


# Viking Orbiter



- ▶ Beste Beobachtungen → Orbit
- ▶ 100 Viking Orbiter Photos (enhanced)
- ▶ → keine Kanäle etc
- ▶ Hellas Planitia
- ▶ → Krater, 2000 km Durchmesser, 6 km tief

# Mars



# Stürme

- ▶ Staubstürme
- ▶ verdecken Oberfläche
- ▶ haben Krater etwas aufgefüllt
- ▶ Atmosphäre zu dünn für Erosion

# Vergleich



**Venus**



**Earth**



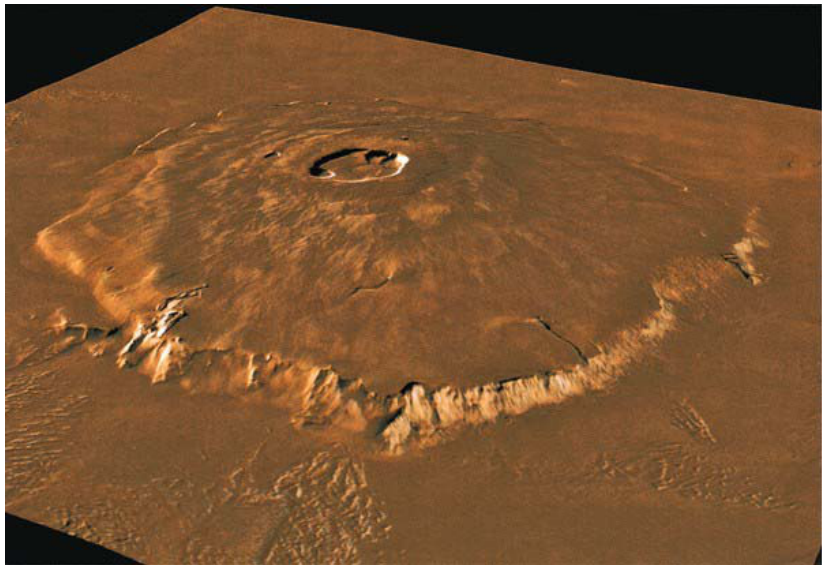
**Mars**

Copyright © Addison Wesley.

# Vulkane

- ▶ Mariner 9 →
- ▶ es gibt Vulkane auf Mars
- ▶ sogar den höchsten bekannten:
- ▶ Olympus Mons

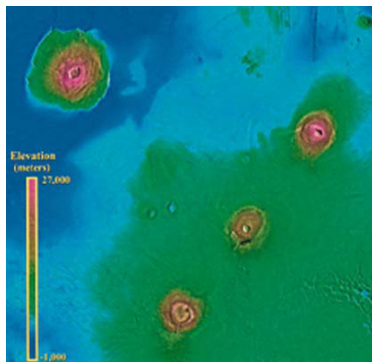
# Olympus Mons



# Vulkane

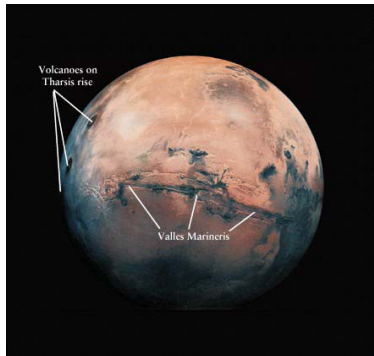
- ▶ Mariner 9 →
- ▶ ca. 24 km hoch
- ▶ (Erde: Mauna Loa, 8 km)
- ▶ 600 km Durchmesser
- ▶ Kliffs bis zu 6 km hoch
- ▶ Olympus Mons ist ein hot-spot Vulkan
- ▶ → kein Indiz für Plattentektonik auf Mars
- ▶ es gibt neue Hinweise das er vor 5M Jahren aktiv war

# Tharsis Rise



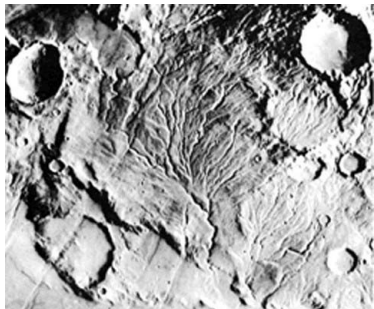
- ▶ OM ist Teil eines Systems
- ▶ → Tharsis Rise
- ▶ Kuppel-förmige Erhebung
- ▶ ca. 2500 km Durchmesser
- ▶ 5–6 km höher als Umgebung
- ▶ riesiger hot-spot??
- ▶ Hinweis auf kleinere Version 'gegenüber'

# Valles Marineris



- ▶ Mariner 9
- ▶ 4000 km langer Riss (Movies)
- ▶ zeitgleich mit Tharsis Rise?
- ▶ → *rift valley*
- ▶ kein Canyon!!
- ▶ gibt es auch auf der Erde (Rotes Meer, Rhein)
- ▶ vergeblicher Tektonik Versuch von Mars?

# Wasser



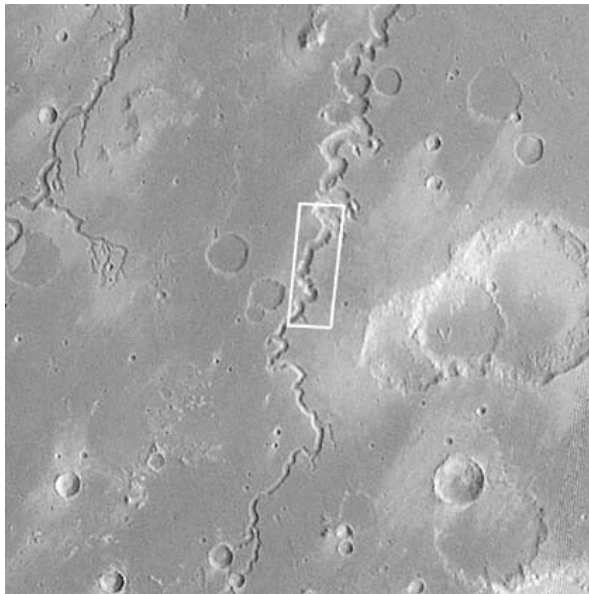
- ▶ heute: kein fließendes Wasser möglich
- ▶ aber es gibt viele Hinweise auf frei fließendes Wasser
- ▶ Viking Orbiter → Fluss Mündungen
- ▶ Krater → ca. 35 km Durchmesser
- ▶ Atmosphäre früher dichter & wärmer?

# Wasser



- ▶ Flutkanäle!
- ▶ Breite & Tiefe →
- ▶ Stromgeschwindigkeit ca. 270 km/h
- ▶ kann neüren Ursprungs sein
- ▶ kurzzeitiges fließen ist möglich

# Canyon



## Canyon (Global Surveyor 1998)



- ▶ Ausschnitt des obigen Viking Orbiter 1 Bildes
- ▶ 10×19 km Gebiet
- ▶ Canyon ca. 2.5 km breit
- ▶ → Wasser muss lange auf Oberfläche geflossen sein
- ▶ → Mars war mal sehr anders als heute!

# Sedimentgestein



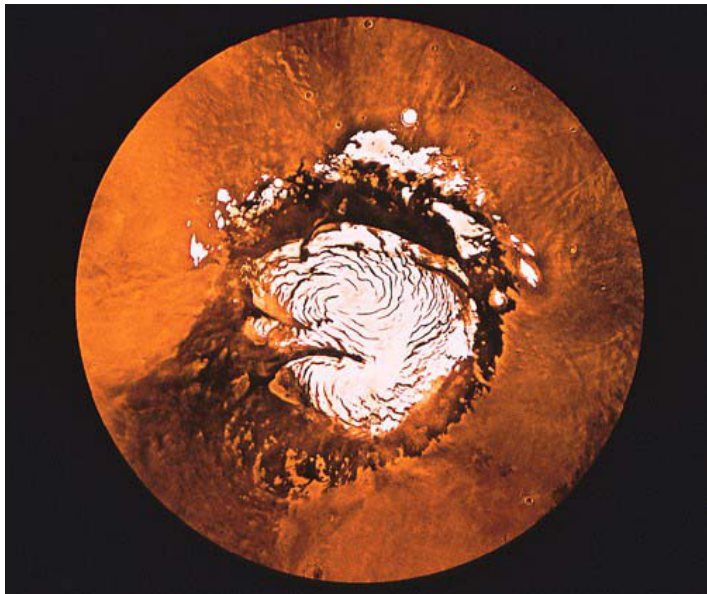
# Sedimentgestein



# Wasser

- ▶ Wo ist das Wasser heute?
- ▶ nicht in der Atmosphäre (zu trocken)
- ▶ Polkappen?
- ▶ Wintertemperatur  $< -140^{\circ}\text{C}$
- ▶  $\rightarrow \text{CO}_2$  friert aus
- ▶ unklar ob Trockeneis oder Wassereis!
- ▶ Sommer  $\rightarrow$  Kappen schmelzen ab
- ▶ aber Rest bleibt übrig
- ▶  $\rightarrow$  Wassereis?

# Polkappe (Nord)



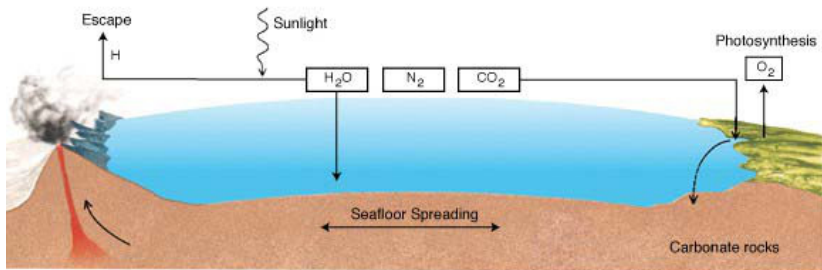
# Wasser

- ▶ Flutgebiete typisch in der Nähe von Kratern
- ▶ → Einschlag schmilzt grosse Mengen Wasser im Permafrost??
- ▶ würde Fluten erklären
- ▶ doch recht viel Wasser da:
- ▶ Schätzung: genug um Mars mit 500 m tiefen Ozean zu umgeben
- ▶ Vergleich Erde: 2700 m ...
- ▶ Warum ist Mars heute so anders als früher??

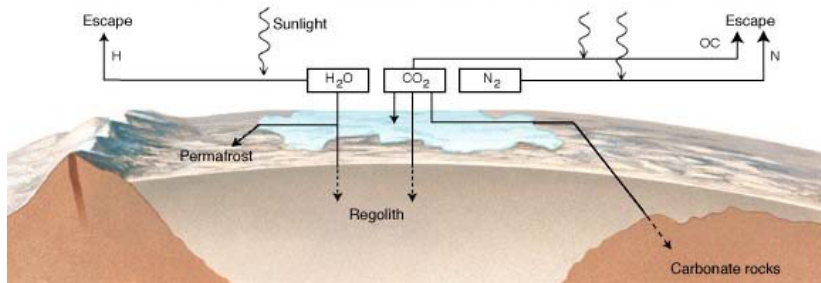
# Mars Atmosphäre

- ▶ 95% CO<sub>2</sub>, 3% N<sub>2</sub> plus Reste
- ▶ extrem niedriger Druck: 0.007 atm
- ▶ Treibhauseffekt nicht sehr effektiv (+5°C)
- ▶ → Marsboden kalt
- ▶ Erde: Treihauseffekt liefert +35°C
- ▶ → Marsatmosphäre war mal viel dichter
- ▶ Vulkane haben die Gase CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> und Wasserdampf geliefert
- ▶ Wo ist das alles hin?

# Atmosphäre: Erde



# Atmosphäre: Mars

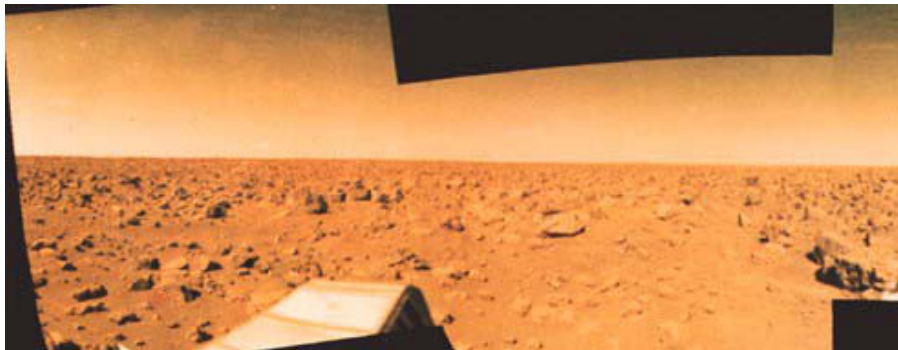


# Jahreszeiten



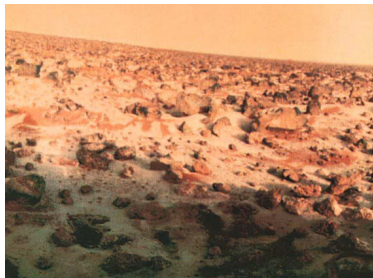
- ▶ Viking Lander 1 (Juli 1976–Nov. 1982)
- ▶ Horizont ca. 3 km entfernt
- ▶ Steine vermutlich durch Meteoriteneinschlag
- ▶ Kraterrand am Horizont

# Jahreszeiten



- ▶ Viking Lander 2 (Movie)
- ▶ sehr unterschiedliche Topologie
- ▶ einige Wochen nach der Landung →
- ▶ Atmosphärendruck fällt dramatisch ab

# Jahreszeiten



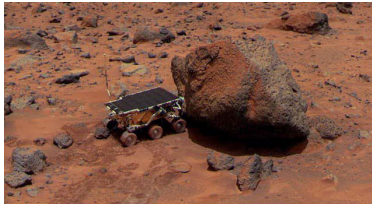
- ▶ Marswinter (Süd) → CO<sub>2</sub> friert aus
- ▶ → Druck in der Atmosphäre sinkt!
- ▶ elliptischerer Orbit verstärkt Nord/Süd Unterschiede
- ▶ verkompliziert durch Erzeugung von Staubstürmen

# Jahreszeiten



- ▶ Marswinter (Süd) → CO<sub>2</sub> friert aus
- ▶ stärkere Stürme am Südpolgebiet durch mehr Heizung
- ▶ → mehr Staub → weniger Einstrahlung
- ▶ → insgesamt kälter obwohl Mars näher an Sonne

# Marsrover



# Leben auf Mars?



- ▶ uralte Frage, früher oft angenommen
- ▶ Viking Lander Experimente →
- ▶ keine positiven Ergebnisse
- ▶ 1996: Marsmeteorit, 4.5 Gyr alt
- ▶ lag ca. 13000 a lang in Antartika

# Leben auf Mars?



- ▶ enthalten 100 nm grosse Strukturen
- ▶ organische Moleküle →
- ▶ Fossilien??
- ▶ zu klein im Vergleich zur Erde
- ▶ auch zu *alt*

# Das Marsgesicht ...

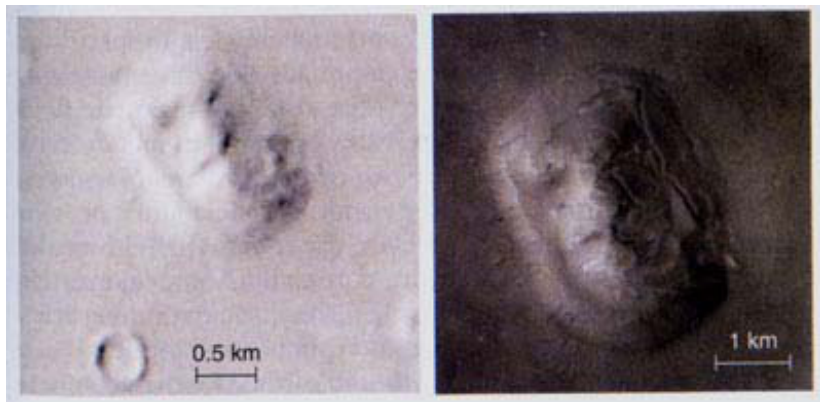


**Figure 1**

This *Viking 1* image shows the "face on Mars" (near top center) and the surrounding area. The face is on a tall mesa about 1 kilometer across. Some of the other features were claimed to represent a "fortress" and "pyramids." The black dots are instrument artifacts.



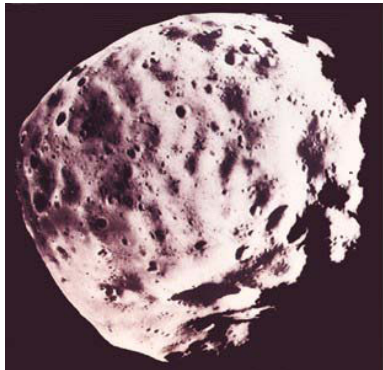
# Das Marsgesicht ...



# Das Marsgesicht ...



# Marsmonde



- ▶ Phobos (Angst, a)
- ▶ Deimos (Schrecken, b)
- ▶ entdeckt 1877
- ▶ eingefangene Asteroiden??

# Phobos

- ▶ sehr nahe an Mars:
- ▶ 6000 km über Oberfläche
- ▶ Orbit in 7h40m!
- ▶  $28 \times 23 \times 20$  km
- ▶ synchrone Rotation

# Deimos

- ▶ 20000 km über Oberfläche
- ▶ Orbit fast synchron mit Mars Rotation
- ▶  $16 \times 12 \times 10$  km
- ▶ synchrone Rotation